

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



542609

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. August 2004 (05.08.2004)

PCT

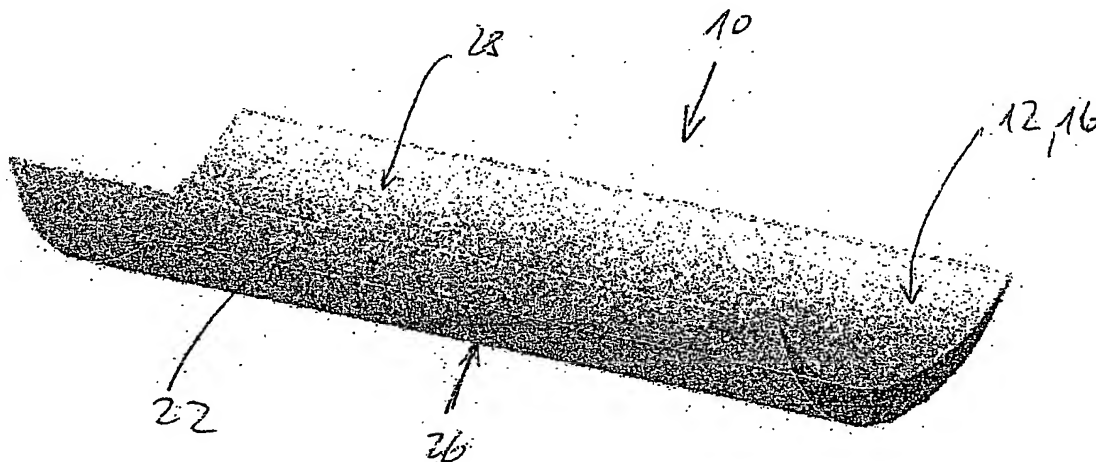
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/066401 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 31/052, F24J 2/10, 2/14 (74) Anwalt: STEIMLE, Josef; Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, Postfach 10 37 62, 70032 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/000564 (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 23. Januar 2004 (23.01.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 103 03 476.5 24. Januar 2003 (24.01.2003) DE
- (71) Anmelder und (72) Erfinder: HÖLLE, Erwin [DE/DE]; Schwarzwaldstrasse 11, 72348 Rosenfeld (DE). JAKOB, Klemens [DE/DE]; Kirchstrasse 19, 72348 Isingen (DE).
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLAR COLLECTOR

(54) Bezeichnung: SOLARKOLLEKTOR



(57) Abstract: The invention relates to a solar collector for focussing solar radiation onto a focal line, said solar collector comprising a carrier for a grooved, arched reflector. According to the invention, the carrier comprises a plurality of moulded grooves which each have a parabolic lateral edge; the moulded grooves are surrounded by an outer film; the reflector consists of an elastic reflector material; and the form of the reflector is impressed on the elastic reflector material, directly or by inserting a carrier, by means of the parabolic lateral edge.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Solarkollektor zum Fokussieren der solaren Einstrahlung auf eine Brennnlinie, mit einem Träger für einen rinnenförmig gebogenen Reflektor, wobei der Träger mehrere Formrippen aufweist und jede Formrippe eine parabolisch geformte Seitenkante aufweist, wobei die Formrippen von einer Aussenhaut umgeben sind, wobei der Reflektor aus einem elastischen Reflektormaterial besteht und wobei über die parabolisch geformte Seitenkante direkt oder unter Zwischenschaltung eines Trägers dem elastischen Reflektormaterial die Form des Reflektors aufgeprägt wird.

WO 2004/066401 A2



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Solarkollektor

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Solarkollektor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Bei Solarkollektoren wird die solare Einstrahlung durch parabolisch geformte Spiegel auf eine Brennnlinie konzentriert, wobei die Spiegelrinne dem Sonnenlauf in der Längsachse des Spiegels nachgeführt wird. Diese Rinnenkollektoren haben sich seit vielen Jahren bewährt und werden mit unterschiedlichen Spiegeltragkonstruktionen gefertigt.

Die Kollektoren sind heutzutage bis zu 100 m lang und besitzen eine Breite von knapp 6 m und werden von einem oder zwei Motoren angetrieben.. Wie aus den Kollektordimensionen ersichtlich, greifen an den Reflektoren sehr hohe Windkräfte an, da diese der Witterung frei ausgesetzt sind. Diese Windkräfte stellen an ein jedes Kollektormodul hohe Anforderungen bezüglich der Standfestigkeit der Tragstruktur. Insbesondere gilt dies aber auch für die Verdreh beziehungsweise Torsionssteifigkeit der Reflektor-Haltestruktur, da schon bei geringer Deformation die konzentrierenden Reflektionseigenschaften stark beeinträchtigt werden und somit den Wirkungsgrad der Anlage vermindern. Um diesen Torsionskräften genügend Widerstand in Form von Steifigkeit entgegensetzen zu können, werden Fachwerke eingesetzt, auf welche selbsttragende, parabolische Formspiegel aufgesattelt und befestigt werden. Diese Entkopplung von Tragstruktur und vorgeformten Reflektoren bedingen ein sehr komplexes Gesamtbild.

So ist zum Beispiel aus der DE-A-198 01 078 ein Solarkollektor bekannt, bei welchem der Reflektor von einem Fachwerk getragen wird. Das Fachwerk ist an einem Tragrohr befestigt, welches die Torsionskräfte abstützt. Das Fachwerk selbst trägt jedoch keinen Beitrag zur Torsionssteifigkeit bei, weshalb dieser Aufbau nach wie vor torsionsanfällig ist.

Aus der DE-A-197 44 767 ist ein Parabolrinnenkonzentrator bekannt, der ebenfalls von einem Fachwerk gebildet wird. Die

Torsionssteifigkeit soll durch Querverstrebungen zwischen den einzelnen Tragarmen erzeugt werden, wobei derartige Konstruktionen lediglich für kurz bauende Kollektoren geeignet sind, da die Torsionssteifigkeit nicht optimal ist.

Die DE-A-199 52 276 offenbart einen Parabolrinnenkollektor, bei welchem die Tragarme verschwenkbar um eine zentrale Achse angeordnet sind, wobei auch hier die Torsionssteifigkeit allein durch die zentrale Achse, die von einem Rohr gebildet wird, herrührt. Die Arme selbst leisten keinen Beitrag zur Torsionssteifigkeit.

Auch die WO-A-02 103 256 zeigt einen parabolischen Solarkollektor, welcher ein zentrales Rohr und daran befestigte Seitenarme aufweist. Die Seitenarme tragen den Reflektor. Zwar ist ein derartiger Reflektor relativ biegesteif, jedoch besitzt er nahezu keine Torsionssteifigkeit.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Solarkollektor bereitzustellen, welcher einen einfachen Aufbau besitzt und dennoch torsionssteif ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Solarkollektor gelöst, der die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

Beim erfindungsgemäßen Solarkollektor sind die Formrippen von einer Außenhaut umgeben und bilden auf diese Weise einen

geschlossenen Kasten, der eine sehr hohe Torsionssteifigkeit besitzt. Außerdem sind die Formrippen an ihrer konkaven Seite parabolisch geformt, so dass sie dem Reflektormaterial die Form des Reflektors, das heißt die Parabolrinnenform aufprägen können. Das Reflektormaterial muss daher nicht biegesteif sondern kann elastisch ausgestaltet sein, so dass es nicht mehr erforderlich ist, auf relativ teure vorgefertigte Parabolreflektoren zurückgreifen zu müssen. Das elastische Reflektormaterial kann zum Beispiel auf einem Coil angeliefert werden und vor Ort auf die benötigte Größe zurechtgeschnitten werden. Die Transportkosten werden dadurch wesentlich verringert, außerdem ist das Reflektormaterial wesentlich preiswerter als vorgefertigte Parabolreflektoren.

Der erfindungsgemäße Solarkollektor besitzt also den Vorteil, dass er eine sehr hohe Torsionssteifigkeit aufweist und dass an ihm nicht nur vorgefertigte Parabolreflektoren befestigt werden können, sondern dass dieser auch mit elastischem Reflektormaterial bestückt werden kann, da die Außenhaut im konkaven Bereich der Formrippen dem Reflektormaterial die parabolische Rinnenform aufprägt.

Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass die Formrippe eine Sichelform aufweist. Aufgrund der Sichelform besitzt das ganze Tragwerk mit Außenhaut im Wesentlichen die Form eines Tragwerkflügels, der zum Beispiel aus dem Flugzeugbau oder Schiffsbau bekannt ist, und der eine hohe Steifigkeit hinsichtlich Biegung und Torsion aufweist.

Um den Formrippen die gewünschte Form auf einfache Weise geben zu können, sind diese durch Faltung oder Wellung hergestellt, so dass eine konkave Seitenkante entsteht, die im Wesentlichen parabolisch geformt ist. Dabei kann die der parabolisch geformten Seitenkante gegenüberliegende Seitenkante teilkreisförmig sein.

Auf diesen geschlossenen, torsionssteifen Tragflächenkasten, der von den Formrippen und der Außenhaut gebildet wird, wird das elastische Reflektormaterial aufgelegt, so dass das Reflektormaterial die Parabolform übernimmt.

Mit Vorzug ist der an der parabolisch geformten Seitenkante anliegenden Außenhaut ein Trapezblech aufgesetzt, welches in Längsrichtung des rinnenförmig gebogenen Reflektors verlaufende Rippen aufweist und auf welchen das Reflektormaterial aufliegt. Dies hat zum einen den Vorteil, dass die Auflagefläche für das Reflektormaterial, welche von den Rippen des Trapezbleches gebildet wird, frei von Störungen, zum Beispiel frei von Schraubenköpfen, Nietköpfen und dergleichen ist, und die Rippen bilden parallel zueinander verlaufende, streifenförmige Auflageflächen, welche die Verformung des Reflektormaterials unterstützen. Dadurch wird auch auf einfache Weise ein Ausgleich bei Materialien geschaffen, die unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, zum Beispiel bei einem Reflektormaterial aus Glas und einer Außenhaut bzw. Tragkonstruktion aus Metall.

Die Rippen des Trapezbleches bilden Kanäle, die stirnseitig verschließbar sind. Derartig verschlossene Kanäle besitzen den Vorteil, dass sie evakuiert werden können. Wird also das elastische Reflektormaterial unter Zwischenschaltung einer Klebeschicht auf die Tragflächen der Rippen aufgesetzt, dann können die Kanäle zwischen den Rippen evakuiert werden, wodurch das elastische Reflektormaterial festgehalten wird. Dies kann so lange erfolgen, bis der Kleber ausreichend ausgehärtet ist. Hierdurch werden spezielle Haltevorrichtungen eingespart. Eine andere Möglichkeit das elastische Reflektormaterial optimal an die Rippen anzupressen, erfolgt dadurch, dass nach dem Auflegen des Reflektormaterials die Rinne stirnseitig verschlossen und mit Wasser angefüllt wird. Durch den Wasserdruck wird das Reflektormaterial auf die Rippen gepresst, so dass der Kleber optimal aushärten kann.

Bei einem Ausführungsbeispiel ist das Trapezblech zusammen mit der Außenhaut mit der Formrippe verbindbar, zum Beispiel mittels Nieten oder Schrauben. Dadurch wird ein gesonderter Niet- oder Schraubvorgang eingespart, da die Außenhaut zwischen den Formrippen und den Rippen des Trapezbleches liegt und bei der Befestigung des Trapezbleches an den Formrippen befestigt wird.

Wie bereits erwähnt, wird das Reflektormaterial vorteilhafterweise mit den Rippen des Trapezbleches verklebt.

Dadurch werden Störungen der Oberfläche des Reflektormaterials vermieden, außerdem können problemlos unterschiedlichste Materialien, auch Glas, mit dem Trapezblech verbunden werden.

Dabei kann das Reflektormaterial erfindungsgemäß eine Folie aus Metall oder Kunststoff oder ein Dünnglas mit einer Dicke von zum Beispiel 1 mm sein, wobei die Folie oberseitig und das Glas ober- und/oder unterseitig eine Verspiegelung trägt. Insbesondere bei dünnen Materialien wird noch der Vorteil geschaffen, dass auf diese eine zweite oder weitere Schichten aufgebracht werden können, wodurch Reparaturen wesentlich vereinfacht werden. Die Reflektorflächen werden durch Umwelteinflüsse allmählich blind beziehungsweise wird die Verspiegelung angegriffen, so dass sie entweder ausgetauscht werden müssen oder die Verspiegelung erneuert werden muss, wohingegen beim erfindungsgemäßen Solarkollektor eine neue Lage Reflektormaterials aufgebracht werden kann.

In der Brennnlinie ist ein Absorberrohr vorgesehen, das von Haltearmen getragen wird, die entweder an den Formrippen und/oder auf der Oberseite des Reflektors (16) sind. Dieser einfache Aufbau trägt dazu bei, den erfindungsgemäßen Solarkollektor preiswert zu erstellen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele im Einzelnen dargestellt sind. Dabei

können die in der Zeichnung dargestellten sowie in der Beschreibung und in den Ansprüchen erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 ein perspektivisch dargestelltes
Reflektorelement;
- Figur 2 eine Tragkonstruktion für ein
Reflektorelement;
- Figur 3 eine stirnseitige Ansicht in Richtung des
Pfeils III gemäß Figur 2 auf eine Formrippe;
- Figur 4 einen Zuschnitt für Formrippen;
- Figuren 5a
bis 5c einzelne Arbeitsschritte zum Herstellen einer
Formrippe; und
- Figur 6 einen alternativen Antrieb für ein auf einer
Ebene abgesetztes Reflektorelement.

Die Figur 1 zeigt ein Reflektorelement, welches insgesamt mit 10 bezeichnet ist, und von welchem eine Vielzahl in einer Solarkollektoranlage vorhanden sind. Dieses Reflektorelement

ist in bekannter Weise in einem (nicht dargestellten) Halterahmen befestigt und wird so ausgerichtet, dass die einfallende Sonnenstrahlung auf den konkaven Bereich 12 auftrifft und von dort zu einem Absorberrohr 14 (Figur 3) reflektiert wird. Hierfür wird der konkave Bereich 12 von einem Reflektor 16 gebildet, der parabolisch geformt ist.

Das Reflektorelement 10 wird von einer Vielzahl von Formrippen 18 gebildet, die, wie in der Figur 2 andeutungsweise dargestellt, parallel nebeneinander liegen. Die Formrippen 18 sind in ihrem konkaven Bereich 12 und in ihrem konvexen Bereich 20 von einer Außenhaut 22 umgeben, wie es in der Figur 1 dargestellt ist. Die Außenhaut 22 ist mit den Formrippen 18 verschraubt, verklebt, vernietet oder auf andere Weise verbunden. Dabei bilden die Formrippen 18 und die Außenhaut 22 eine geschlossene Tragkonstruktion.

In der Figur 3 sind andeutungsweise Nieten 24 dargestellt, mit denen die Formrippe 18 mit einem unteren Abschnitt 26 der Außenhaut 22 vernietet ist. Auf dem konkaven Bereich 12 der Formrippe 18 liegt ein oberer Abschnitt 28 der Außenhaut 22 auf und auf den oberen Abschnitt 28 der Außenhaut 22 ist ein Trapezblech 30 aufgesetzt. Dabei sind die unteren Stege 23 des Trapezbleches 30 mittels Nieten 34 unter Zwischenschaltung des oberen Abschnitts 28 der Außenhaut 22 mit der Formrippe 18 vernietet. Der obere Steg 36 des Trapezbleches 30 bildet nunmehr die Auflagefläche für ein Reflektormaterial 38, welches elastisch ist und sich der Form der oberen Stege 36

anschmiegt. Dadurch wird die Form des konkaven Bereichs 12 über das Trapezblech 30 dem Reflektormaterial 38 aufgeprägt. Diese Form ist die gewünschte parabolische Form, so dass die einfallende Strahlung auf das Absorberrohr 14 gelenkt wird. Die Befestigung des Reflektormaterials 38, welches eine verspiegelte Metall- oder Kunststofffolie sein kann, oder welches von einer Dünnglasschicht mit einer Dicke von zum Beispiel 1 mm gebildet wird, erfolgt über eine Verklebung mit dem oberen Steg 36.

In der Figur 3 ist außerdem ein Haltearm 40 dargestellt, der das Absorberrohr 14 trägt, und der mit dem Reflektor 16 und somit mit den oberen Stegen 36 des Trapezbleches 30 und/oder mit der darunter liegenden Formrippe 18 verbunden, insbesondere vernietet ist.

Die Figur 4 zeigt einen mit dem Bezugszeichen 42 bezeichneten Blechstreifen, der eine Breite von 1200 mm aufweist, und aus welchem abwechselnd Abschnitte 44 und 46 herausgeschnitten werden, die eine Länge von 6000 mm aufweisen. Ein derartiger Abschnitt 44 bzw. 46 ist in der Figur 5a dargestellt, der von einem (nicht dargestellten) Faltwerkzeug derart bearbeitet wird, dass seine den konkaven Bereich 12 bildende Seitenkante 48 konkav gebogen wird. Dies erfolgt durch Einbringung von Formsicken 50 oder Faltungen. Der auf diese Weise verformte Abschnitt 44 besitzt nach wie vor eine im Wesentlichen eckige Außenkontur, die im nächsten Arbeitsschritt durch Formstanzen oder Formabkanten abgerundet wird. Bei diesem Arbeitsgang wird

die Seitenkante 48 noch derart zugeschnitten und/oder umgebördelt, dass sie nach dem Aufsetzen des oberen Abschnitts 26 der Außenhaut 22 und dem Trapezblech 30 sowie dem Reflektormaterial 38 die gewünschte parabolische Form besitzt. Ferner werden noch Ausnehmungen 52 eingebracht, durch welche innerhalb des Reflektorelements 10 verlegte Leitungen für Flüssigkeit oder elektrischen Strom hindurchgeführt werden. Der umgebördelte Rand dient zum Befestigen der Niete

Insgesamt kann festgehalten werden, dass der erfindungsgemäße Solarkollektor, welcher eine Vielzahl von Reflektorelementen 10 aufweist, den wesentlichen Vorteil besitzt, dass ein jedes Reflektorelement 10 die geforderte Torsionssteifigkeit aufweist und dass flexibles Reflektormaterial 38 verwendet werden kann, welchem die parabolische Form durch das von den Formrippen 18 geformte Trapezblech 30 aufgeprägt wird. Es ist also nicht erforderlich, vorgeformte, starre Reflektorspiegel zu verwenden, die relativ teuer sind. Es kann preiswertes Folienmaterial oder es kann Dünnglas verwendet werden, welches ebenfalls preiswert ist.

Die den unteren Steg 32 mit dem oberen Steg 36 verbindenden Verbindungsstege 54 gleichen unterschiedliche Wärmedehnungen zwischen dem Reflektormaterial 38 und der Außenhaut 22 problemlos aus. Die Wärmespannungen werden daher nicht aufgebaut.

Bei einem Ausführungsbeispiel (Figur 6) liegen die Reflektorelemente 10 auf einer ebenen Auflage auf und können durch einen geeigneten Antrieb verschwenkt werden. Der untere Abschnitt 26 der Außenhaut 22 ist hierfür mit einer Verzahnung 56 versehen, die in eine Verzahnung oder in ein Zahnradpaar 58 auf der Ebene eingreift. Derartig befestigte Reflektorelemente 10 sind noch verwindungssteifer als aufgehängte Elemente. Außerdem sind sie weniger dem Wind ausgesetzt.

Patentansprüche

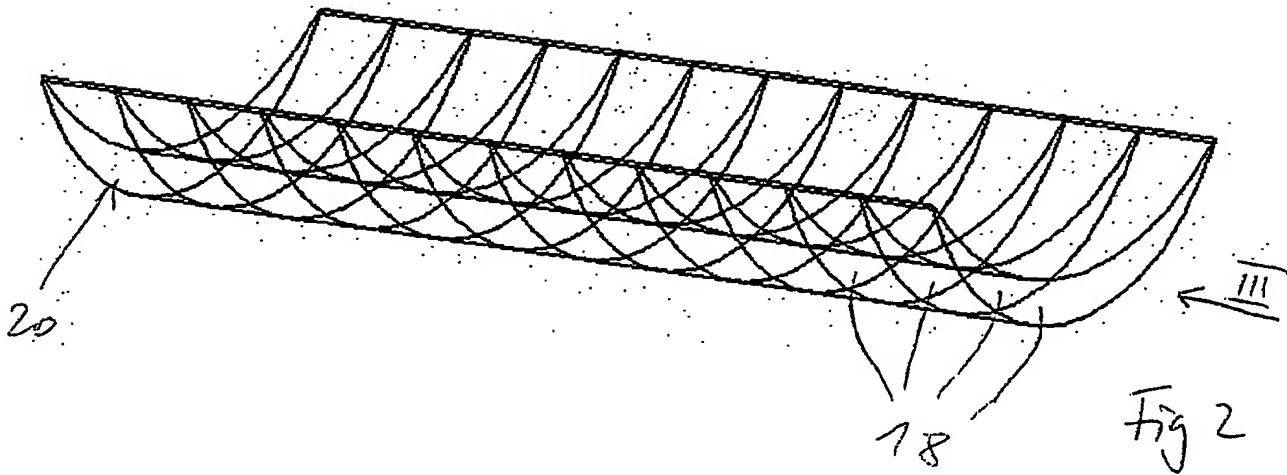
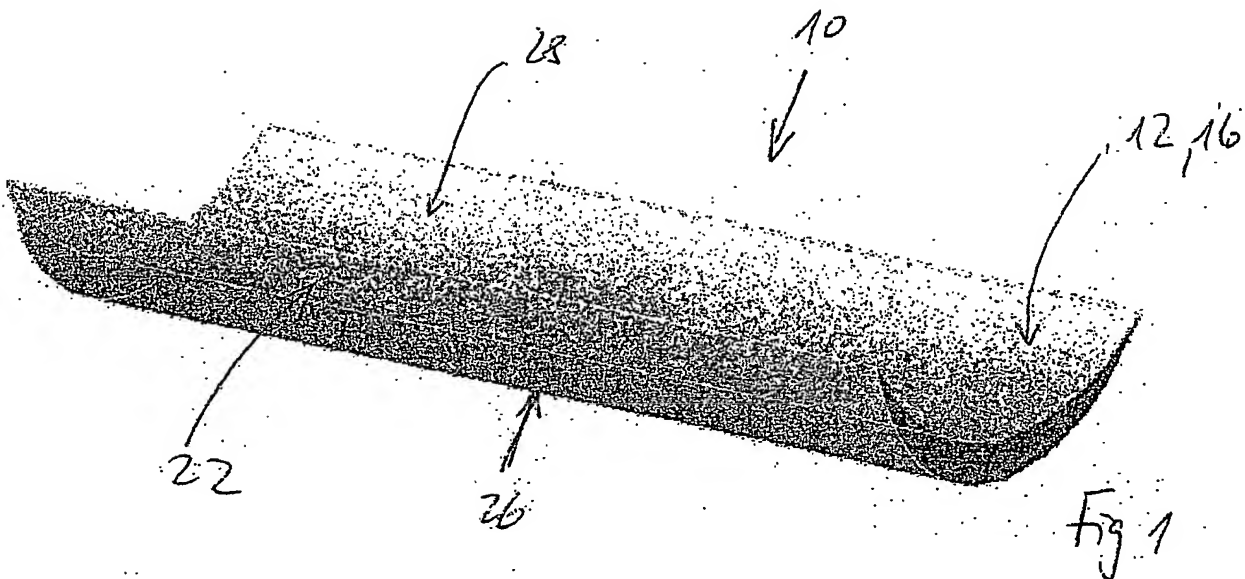
1. Solarkollektor zum Fokussieren der solaren Einstrahlung auf eine Brennnlinie, mit einem Träger für einen rinnenförmig gebogenen Reflektor (10), wobei der Träger mehrere Formrippen (18) aufweist und jede Formrippe (18) eine parabolisch geformte Seitenkante (48) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Formrippen (18) von einer Außenhaut (22) umgeben sind, dass der Reflektor (16) aus einem elastischen Reflektormaterial (38) besteht und dass über die parabolisch geformte Seitenkante (48) direkt oder unter Zwischenschaltung eines Trägers dem elastischen Reflektormaterial (38) die Form des Reflektors (16) aufgeprägt wird.
2. Solarkollektor nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Formrippe (18) eine Sichelform aufweist.
3. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die parabolisch geformte Seitenkante (48) der Formrippe (18) durch Faltung oder Wellung (50) der Formrippe (18) hergestellt ist.
4. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die der parabolisch geformten Seitenkante (48) gegenüberliegende Seitenkante teilkreisförmig ist.

5. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Formrippe (18) und die Außenhaut (22) einen geschlossenen, formstabilen Tragflächenkasten bilden.
6. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf der an der parabolisch geformten Seitenkante (48) anliegenden Außenhaut (22) ein Trapezblech (30) aufgesetzt ist, welches in Längsrichtung des rinnenförmig gebogenen Reflektors (16) verlaufende Rippen aufweist, auf welchen das Reflektormaterial (38) aufliegt.
7. Solarkollektor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Rippen Kanäle bilden, die stirnseitig verschließbar sind.
8. Solarkollektor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Trapezblech (30) zusammen mit der Außenhaut (22) mit der Formrippe (18), zum Beispiel mittels Nieten (34) oder Schrauben, verbindbar und/oder verklebt ist.
9. Solarkollektor nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflektormaterial (38) mit den Rippen des Trapezbleches (30) verklebt ist.
10. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Reflektormaterial (38) eine Folie aus Metall oder Kunststoff oder ein Dünnglas

mit einer Dicke von zum Beispiel 1 mm ist und die Folie oberseitig und das Glas ober- und/oder unterseitig eine Verspiegelung trägt.

11. Solarkollektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Brennnlinie ein Absorberrohr (14) vorgesehen ist, dass das Absorberrohr (14) von Haltearmen (40) getragen wird und dass die Haltearme (40) entweder an den Formrippen (18) und/oder auf der Oberseite des Reflektors (16) befestigt sind.

BEST AVAILABLE COPY



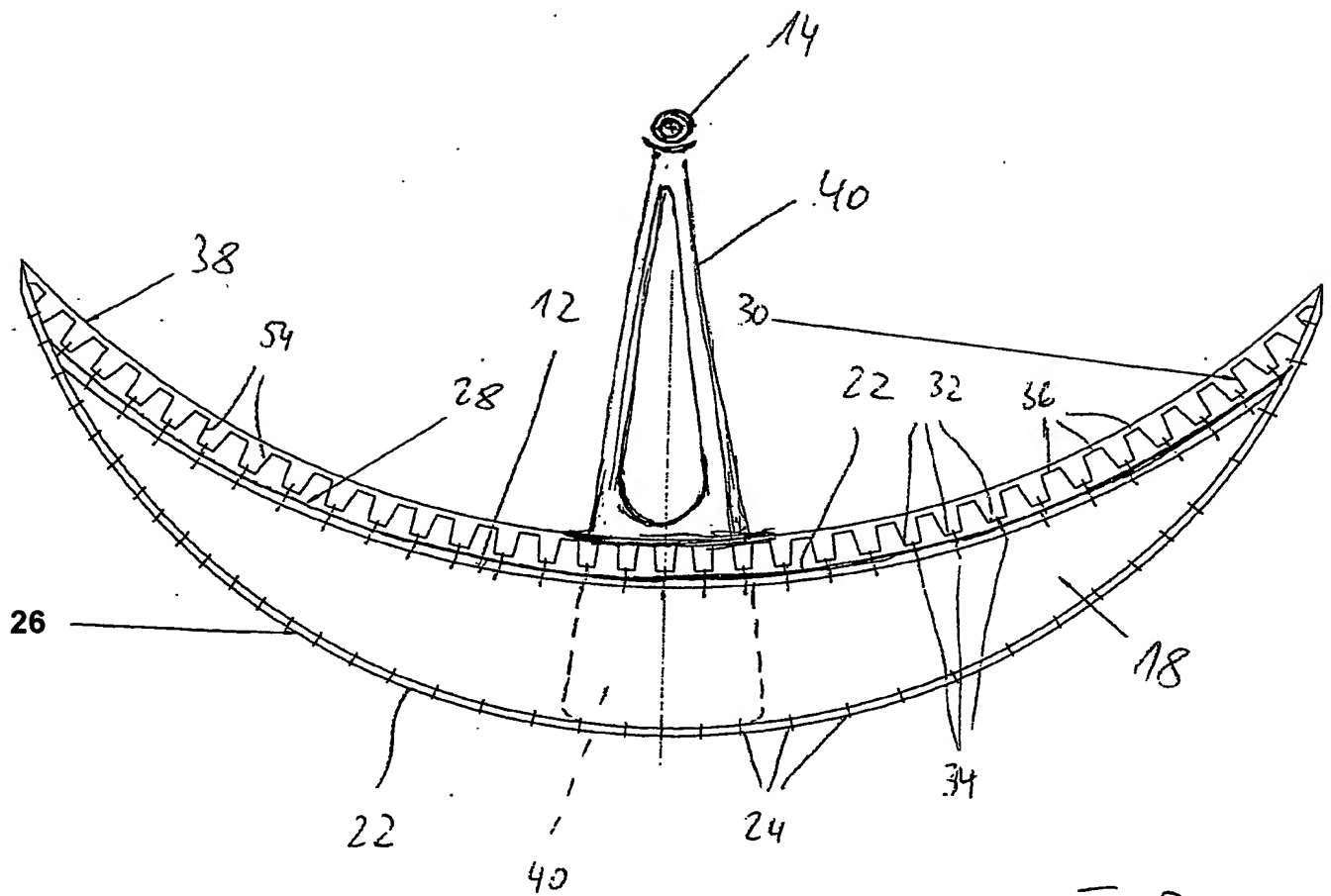
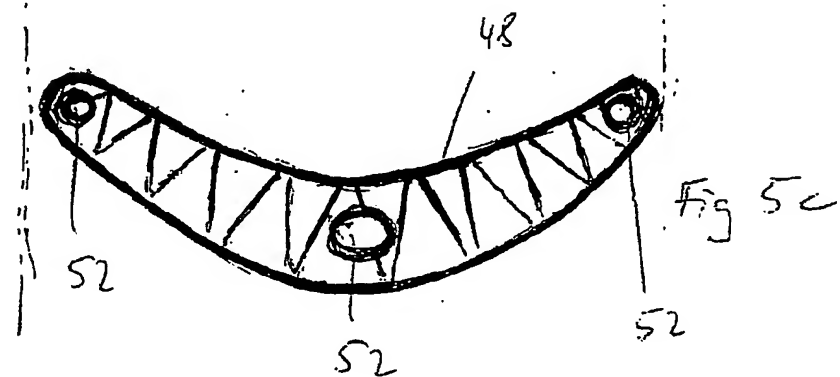
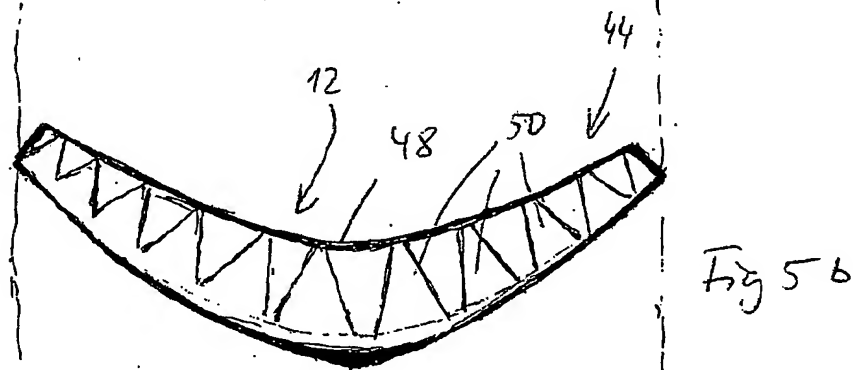
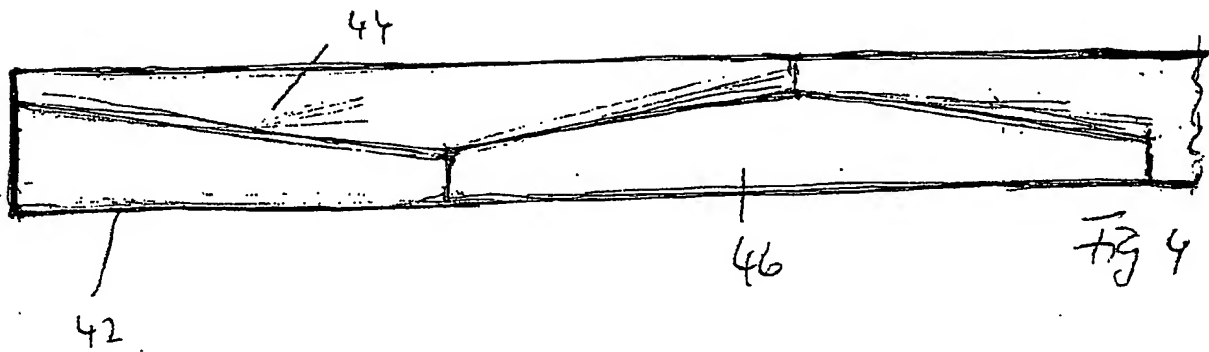


Fig 3



BEST AVAILABLE COPY

